

Docket No. 205266US2SRD/vdm

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideki KOBAYASHI

GAU: 2161

SERIAL NO: 09/818,612

EXAMINER:

FILED: March 28, 2001

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR AIDING PRODUCT LIFE CYCLE PLANNING AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT THEREFOR

REQUEST FOR PRIORITY

RECEIVED

MAY 29 2001

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

Technology Center 2100

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-099876	March 31, 2000
JAPAN	2001-055525	February 28, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Joseph A. Scafetta Jr.*

Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)



本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

09/818, 612  
#3  
mm  
61981

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 3月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-099876

出 願 人  
Applicant (s):

株式会社東芝

RECEIVED

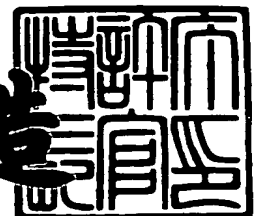
MAY 29 2001

Technology Center 2100

2000年12月22日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3108098

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000000998

【提出日】 平成12年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H06F 17/00

【発明の名称】 多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法および装置  
およびプログラムを記録した媒体

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横  
浜事業所内

【氏名】 小林 英樹

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳



【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705037

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法および装置およびプログラムを記録した媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

立案された製品の開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための前記製品特性や部品特徴を、前記製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（Q F D : Q u a l i t y F u n c t i o n D e p l o y m e n t）手法で明確化する品質機能展開手段と、

前記製品の環境側面の課題を支援するため、環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、前記製品の改善対象部品を抽出して環境側面の改善策を決定する環境側面改善支援手段と、

前記品質機能展開手段で得られたコスト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援機能手段にて得られた前記改善策のトレードオフを分析し、相性の悪い前記改善策を排除・変更する支援を実施すると共に、その後、前記改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得る世代仕様決定支援手段と、

この世代改善計画および世代環境目標仕様と、前記製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、前記製品の最適なモジュール構成を決定するモジュール構成決定支援手段と、

を備えたことを特徴とする多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 2】

前記環境側面改善支援手段は、

基準製品を構成する部品の価値寿命と耐用寿命の情報を蓄えたデータベースと、

このデータベースに蓄えられている部品の寿命情報に基づいて改善対象部品を抽出する手段と、

この抽出手段にて抽出した部品を、その部品の価値寿命情報および耐用寿命情

報を用いて価値寿命 - 耐用寿命グラフ上の該当位置に改善対象部品として表示する手段と、

を備えた構成であることを特徴とする請求項 1 記載の製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 3】

前記環境側面改善支援手段は、

基準製品を構成する部品がリサイクル対象か否かの情報並びにその部品のリサイクル可能率の情報並びにその部品の重量情報とを蓄えたデータベースと、

このデータベースに蓄えられている情報に基づいてリサイクルに関する部品属性および製品のリサイクル実効率を表示する手段と、

これらの部品属性を変更する入力手段と、

を備えた構成であることを特徴とする請求項 1 記載の製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 4】

前記世代使用決定支援手段は、環境目標を達成するために必要な環境側面の改善策を適用する製品の世代を、改善策間の相関情報を用いて導出する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 5】

前記モジュール構成決定支援手段は、製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて製品のモジュール構成を導出する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の製品ライフサイクル計画支援装置。

【請求項 6】

立案された製品の開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための前記製品特性や部品特徴を、前記製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（QFD：Quality Function Deployment）手法で明確化する品質機能展開ステップと、

前記製品の環境側面の課題を支援するため、環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し前記製品の改善対象部品を抽出して環境側面の改善策を

決定する環境側面改善支援機能ステップと、

前記品質機能展開ステップにて得られたコスト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援機能ステップにて得られた前記改善策のトレードオフを分析し、相性の悪い前記改善策を排除・変更する支援を実施するステップと、

排除・変更後の前記改善策をもとに、環境側面の改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得る世代仕様決定支援ステップと、

この得られた世代改善計画および世代環境目標仕様と、前記製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、前記製品の最適なモジュール構成を決定するモジュール構成決定ステップと、

を備えたことを特徴とする多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法。

#### 【請求項 7】

立案された製品開発の開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性や部品特徴を、製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（Q F D : Q u a l i t y F u n c t i o n D e p l o y m e n t）手法で明確化する品質機能展開ステップと、

製品の環境側面の課題を支援するため、環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、改善対象部品を抽出して改善策を決定する環境側面改善支援機能ステップと、

前記品質機能展開ステップにて得られたコスト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援機能ステップにて得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析し、相性の悪い改善策を排除・変更する支援を実施するステップと、

排除・変更後の改善策をもとに、環境側面の改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得る世代仕様決定支援ステップと、

この世代仕様決定支援ステップにて得られた世代改善計画および世代環境目標仕様と、製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、製品の最適なモジュール構成を決定するモジュール構成決定ステップと、



からなるプログラムを記録したコンピュータで読み取りおよび実行可能な媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多世代製品系列の性能・コスト側面と環境側面を同時に考慮して、最適な製品系列を計画立案することを支援する多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法および装置およびプログラムを記録した媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一つの製品モデルを、何世代にも互り順次機能アップや構成部品の改善などを図って成長させていくようにした製品開発を多世代製品の開発と呼ぶが、この多世代に互る製品開発計画を支援する手法としては、現在、品質機能展開（QFD：Quality Function Deploiment）と呼ばれる手法がある。しかしながら、このQFDは、製品のコスト・性能側面に関しての支援に用いられるものであり、製品のライフサイクル全体に係る環境側面を考慮したものではない。

【0003】

また、多世代製品系列の開発において環境側面を適切に考慮して支援するような手法はなかった。

【0004】

すなわち、産業や経済の発達に伴って増大する一方の排出ガスの影響による温室効果により、地球の温暖化が懸念されるようになり、また、廃棄処分された膨大なゴミの投棄による自然破壊や有害物質による環境汚染などと云った様々な問題から、産業界においては地球に対する環境負荷の軽減が重要な課題となっていることは、周知の通りである。

【0005】

そのため、製造業者においては、環境に配慮した事業活動が必要となっている。

【0006】

製造業において環境負荷を考える場合、製品の材料調達から製造、そして、製造された製品の出荷までの範囲に照準を当てるのでは不十分であり、リサイクルを含めて処分段階までを範疇に入れて考える必要がある他、例えば、製品が家電品や自動車といった運用過程でエネルギー消費を伴うものの場合には、ユーザに渡った製品の使用過程での消費エネルギーにも配慮する必要がある。

【0007】

そこで、製品の材料調達から用済みとなったその製品の処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも確実に低減されるように、ライフサイクルプロセスを重要視した設計支援技術が今後、ますます重要となる。

【0008】

翻って従来の設計支援技術を考えてみると、従来においては、ECP (Environmental Conscious Products) およびECPのライフサイクルプロセスを設計する場合には、以下の不都合がある。

【0009】

(1) 従来の設計支援技術では、それぞれの対象製品に最も重要な環境関連の設計課題・コンセプトが不明なまま設計者の個人的な考え方を頼りに具体的な構造設計に着手することから、総合的・全体的見地からは環境負荷低減に対してあまり効果的でない設計解に辿り着く心配が避けられない。

【0010】

すなわち、環境に関する設計課題(省エネルギー、リサイクル性向上など)は、どれも満たされて都合の悪いものではない。しかし、一般に環境関連のすべての設計課題に対し最適値を与える設計解は存在しない。したがって現実的には、まず総合的な見地から対象製品において最も重要な課題に的を絞った効果的な環境調和型製品のコンセプトが必要である。

【0011】

しかし、従来の設計支援技術では、それぞれの対象製品に最も重要な環境関連の設計課題・コンセプトが不明なまま設計者の個人的な考え方を頼りに具体的な構造設計に着手していたため、総合的・全体的見地からは環境負荷低減に対してあまり効果的でない設計解に辿り着くことがあった。

【 0 0 1 2 】

(2) 環境に関するコンセプトが明確でないため、対象製品においては使用しなくてもよいような環境評価装置を使用してしまったり、評価結果の重要度は低いような評価装置に多くの時間を費やしたりなどして、設計効率が低下することもあった。

【 0 0 1 3 】

(3) 複数の設計代替案を作成した後の意思決定に際しても、環境関連のどの設計課題がどの程度重要なのか明確でないため、先と同様に環境負荷低減にあまり効果的でない設計解に決定してしまうことがあった。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

環境問題を配慮した物作りが要求されるようになり、製品の材料調達から用済みとなったその製品の処分に至る製品ライフサイクル全体における環境負荷が従来製品よりも確実に低減されるように、ライフサイクルプロセスを重要視した設計支援技術が今後、ますます重要となる。また、その一方で、企業活動が成り立たないようでは本末転倒となるから、この点の配慮も必要である。

【 0 0 1 5 】

そのため、

1. 多世代製品系列の開発計画時に、効果的な環境側面の改善策を決定し、その実行世代を決定する必要がある。

【 0 0 1 6 】

2. 各世代の性能・コスト・環境側面に関する改善計画を踏まえた、最適な製品モジュール構成を決定する必要がある。この場合の最適化は、企業としては製品ライフサイクルコストの観点から行われる必要がある。

【 0 0 1 7 】

という要求を満足するような設計支援が重要となる。

【 0 0 1 8 】

しかし、従来はこのような視点から満足いくような設計支援を行えるシステムは無かった。

【 0 0 1 9 】

従って、本発明の目的とするところは、多世代製品系列の性能・コスト側面と環境側面を同時に考慮して、最適な製品系列を計画立案することを支援できるようにした多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法および装置およびプログラムを記録した媒体を提供することにある。

【 0 0 2 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は次のように構成する。すなわち、立案された製品の開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための前記製品特性や部品特徴を、前記製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（Q F D : Q u a l i t y F u n c t i o n D e p l o y m e n t）手法で明確化する品質機能展開手段と、

前記製品の環境側面の課題を支援するため、環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、前記製品の改善対象部品を抽出して環境側面の改善策を決定する環境側面改善支援手段と、

前記品質機能展開手段で得られたコスト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援機能手段にて得られた前記改善策のトレードオフを分析し、相性の悪い前記改善策を排除・変更する支援を実施すると共に、その後、前記改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得る世代仕様決定支援手段と、

この世代改善計画および世代環境目標仕様と、前記製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、前記製品の最適なモジュール構成を決定するモジュール構成決定支援手段と、

を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

このような本発明システムは、立案された製品の開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性や部品特徴を、製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（Q F D）手法で明確化する。また、製品の環境側面の課題を支援するため、環境負



荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、改善対象部品を抽出して改善策を決定する。そして、品質機能展開手段にて得られたコスト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援手段にて得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析し、総合的見地から実行に適さない両側面にとって相性の悪い改善策を排除・変更する支援を実施する。そして、排除・変更後の改善策をもとに、環境側面の改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得る。そして、得られた世代改善計画および世代環境目標仕様と、製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、製品の最適なモジュール構成を決定する。

#### 【 0 0 2 2 】

この結果、多世代製品系列の開発計画時に、効果的な環境側面の改善策を決定し、その実行世代を決定することができるようになり、また、各世代の性能・コスト・環境側面に関する改善計画を踏まえた、最適な製品モジュール構成を決定することができると共に、この場合の最適化は、企業としては製品ライフサイクルコストの観点から行えるようになる多世代製品系列ライフサイクル計画支援方法および装置が得られる。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

#### 【 0 0 2 4 】

図1は、本発明による多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置（多世代LCP（LCP：Life Cycle Planning））の構成図である。

#### 【 0 0 2 5 】

図1に示すように、多世代製品の設計プロセスにおける企画段階と概念設計段階で利用する支援装置である多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置（多世代LCP装置）の機能構成要素として、事業者要求に基づく中長期製品開発計画立案支援機能部1があり、この中長期製品開発計画立案支援機能部1の支援のもとに立案された開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性（工学尺度）や部品特徴を、製品性能やコスト関連の設

計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（Q F D : Q u a l i t y  
F u n c t i o n D e p l o y m e n t）手法で明確化して技術的实现手段  
に関する情報（要求技術展開情報）を得る Q F D 手法を用いて明らかにする品質  
機能展開部 2 がある。この品質機能展開部 2 には、各世代ごとに目標値と部品  
の変更有無も明らかにする機能をも有する。

【 0 0 2 6 】

また、製品の環境側面の課題を支援するための機能として、環境負荷側面と資  
源循環側面から整理し着眼課題を設定し、さらには改善対象部品を抽出して改善  
策を決定する環境側面改善支援機能部 3 がある。

【 0 0 2 7 】

また、品質機能展開部 2 で得られたコスト・性能側面からの改善策と、環境側  
面改善支援機能部 3 で得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析する  
ことで、総合的見地から実行に適さない両側面にとって相性の悪い改善策を排除  
・変更する支援を実施すると共に、その後、環境側面の改善策に対して、製品開  
発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境  
目標仕様を得る世代仕様決定支援機能部 4、この世代仕様決定支援機能部 4 にて  
得られた世代改善計画および世代環境目標仕様と、製品を構成する各部品の将来  
にわたる変更・交換・分解情報を用いて、製品の最適なモジュール構成を決定す  
るモジュール構成決定支援部 5 がある。

【 0 0 2 8 】

本発明の多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置は、このように、中長期  
製品開発計画立案支援機能部 1、品質機能展開部 2、環境側面改善支援機能部 3  
、世代仕様決定支援機能部 4、モジュール構成決定支援部 5 とから構成されてい  
る。

【 0 0 2 9 】

このような構成の本システムの作用を説明する。大まかな流れとして、まず、  
中長期製品開発計画立案支援機能部 1 に対して、事業者要求、顧客要求、環境要  
求の各種情報を与えることで、これら情報の優先度、重要度などが分析され、提  
示される。これに基づき計画者は中長期製品開発計画を立案する。そして、計画

者は、この立案した中長期製品開発計画内容を中長期製品開発計画立案支援機能部 1 に記憶させる。

【 0 0 3 0 】

品質機能展開部 2 では、この中長期製品開発計画に基づいて、製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性（工学尺度）や部品特徴を、QFD手法を用いて明らかにする。このとき、各世代ごとに目標値と部品の変更有無も明らかにする。

【 0 0 3 1 】

一方、製品の環境側面の課題については、環境側面改善支援機能部 3 において処理が進められる。すなわち、環境側面改善支援機能部 3 では前記中長期製品開発計画に基づいて、環境負荷側面と資源循環側面から整理し、着眼課題を設定する。そして、着眼課題に対する定量目標値と、着眼課題への重要度を決定する。通常、環境側面の定量目標値は中長期的視野に基づいて設定されるため、これらは世代ごとの設定でなく、中長期目標として設定される。

【 0 0 3 2 】

あらかじめ着眼課題と改善策の関連付けをデータベース化しておけば、ここで効果的な改善策を自動検索することができる。また、改善分析は、既存製品の環境側面の評価結果データを用いて改善対象部品を抽出し、その改善策を決定するために行なう。

【 0 0 3 3 】

次に、世代仕様決定支援機能部 4 では、品質機能展開部 2 で得られたコスト・性能側面からの改善策と、環境側面改善支援機能部 3 にて得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析することで、総合的見地から実行に適さない両側面にとって相性の悪い改善策を排除・変更する。その後、環境側面の改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行う。

【 0 0 3 4 】

これにより、各世代ごとに製品改善コンセプトが確定する。また、これらの改善コンセプトに基づいて中間世代の環境目標値を決定する。

【 0 0 3 5 】

世代仕様決定支援機能部 4 により、このような処理が終わったならば、最後に、モジュール構成決定支援部 5 に処理が移され、ここで製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、製品の最適なモジュール構成を決定する。

【 0 0 3 6 】

以上が、本発明の多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置の概要である。

【 0 0 3 7 】

＜多世代製品系列ライフサイクル計画支援の具体例＞

次に、例をあげて本発明の多世代製品系列ライフサイクル計画支援装置の作用を具体的に説明する。以下では、洗濯機の例を用いて各プロセスを説明する。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、中長期製品開発計画立案支援機能部 1 を用いて立案された“洗濯機の中長期製品開発計画”である。通常、このような製品系列は共通プラットフォームを使用している製品機種で構成される。

【 0 0 3 9 】

ここで、プラットフォームとは、共通の部品構成を有するモジュール（サブシステム）を指すものである。本例では、現行製品（基準製品）をベースに、第 0 世代（Rev 0）から第 3 世代（Rev 3）に至る 4 世代分の製品開発内容・市場投入時期を計画している。

【 0 0 4 0 】

この計画は、主に事業者の利益要求に基づくものとなるが、各世代への移行内容は顧客要求の変化や適用可能技術なども含めた合理的な判断により決定されている。

【 0 0 4 1 】

なお、上述したような、共通の部品構成から成る製品系列をまとめて設計することで何らかの効果（通常は開発コスト削減）を実現するための設計を、製品系列設計と云う。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、Q F D P h I マトリクスと呼ばれるものを、本発明において多世代製品系列で適用できるよう拡張した、多世代 Q F D P h I マトリクスの例であって、品質機能展開部 2 で各世代の製品目標仕様や重要度、目標変化率を求めるために使用されるものである。

【 0 0 4 3 】

従来より知られている Q F D P h I では、顧客要求と製品特性の相関関係をマトリクスに記述し、それらを重み付けして畳み込むことで、相対的に重要な製品特性を特定する。これが図 3 における a の部分である。これに対して、本発明システムにおいて採用する多世代 Q F D P h I では、この他にさらに各世代における製品特性の目標値（仕様）b、および前世代に対する目標変化率 c、そして、前世代に対する目標変化率 d をも算出する。

【 0 0 4 4 】

図 3 の例では、顧客要求として“きれいに洗いたい”、“静かに運転して欲しい”、“省スペースが良い”、“服を傷めないで欲しい”、“早く洗濯したい”、“一度にたくさん洗いたい”、“製品は安い方が良い”、“運転コストも安い方が良い”、といった内容がオペレータ側で設定され、これらの要求項目に対してそれぞれの重要度、そして、“洗い音（dB）”、“標準運転時間（分）”、“定価（円）”など、オペレータ側（計画者側）で設定した製品特性それぞれに対しての重要度をマトリクスの該当欄にオペレータ（計画者）が数字で記入（入力操作）していく方式がとられている。また、当該マトリクスには各製品特性に対する相対重要度（百分率で割合を設定する）、そして、基準製品（改良しようとする基準となる洗濯機）の設計仕様も計画者が計画に沿って所望に入力するようにしてある。

【 0 0 4 5 】

品質機能展開部 2 では、これらが入力されることで、これらをもとに各世代毎の目標値を計算し、規格化した目標値と前世代に対する目標変化率がそれぞれ顧客要求の項目別、製品特性の項目別に計算して一覧表示させるが、この一覧表示された結果を示しているのが図 3 である。

【 0 0 4 6 】

品質機能展開部 2 では、この他に多世代 QFD PhIIマトリクスを用いて部品に関する各世代毎の目標値を計算し、部品別影響度と前世代に対する部品別変更有無を計算して一覧表示する。

【0047】

図 4 は、多世代 QFD PhIIマトリクスの例である。ここでは製品特性と部品の相関関係を記述した QFD PhIIマトリクス a に加え、先の製品特性に関する目標変化率を用いて、各部品に対する仕様変更の影響度 b を算出する。例えば、Rev 1（第 1 世代）の製品についての“モータの影響度”は、以下のように算出する。

【0048】

製品特性と部品の相関関係を記述した QFD PhIIマトリクス a の数値は計画者が中長期製品開発計画に従って必要な値を入力して設定する。この入力結果として、多世代 QFD PhIIマトリクスにおける“先の製品特性に関する目標変化率”は、図 4 における Rev 1 の場合、“洗い音”が“0”（= 0 [%]）、“洗濯コース数”が“25”（= 25 [%]）、“洗濯容量”が“0”（= 0 [%]）、“脱水音”が“0”（= 0 [%]）、“標準運転時間”が“0”（= 0 [%]）、“設置面積”が“0”（= 0 [%]）、“標準使用水量”が“25”（= 25 [%]）、“定価”が“0”（= 0 [%]）、“消費電力”が“16”（= 16 [%]）となっているので、例えば、“モータの影響度”は、

$$\begin{aligned} \text{モータの影響度} &= \text{SUM (ある製品特性に対するモータの相関度} \times \text{その製品特性の目標変化率)} \\ &= 9 \times 0 + 0 \times 0.25 + 3 \times 0 + 9 \times 0 + 3 \times 0 + 1 \times 0 + 0 \times 0.25 + 9 \times 0 + 9 \times 0.16 \\ &= 1.4 \end{aligned}$$

で求めることができ、演算結果としてのモータの影響度は“1.4”となる。

【0049】

同様に、“制御基板の影響度”は、

制御基板の影響度 = SUM (ある製品特性に対する制御基板の相関度 × その製品特性の目標変化率) =  $3 \times 0 + 9 \times 0.25 + 0 \times 0 + 1 \times 0 + 9 \times 0 + 0 \times 0 + 9 \times 0.25 + 0 \times 0 + 9 \times 0.16$   
 = 5.94

であり、制御基板の影響度は“5.94”と求めることができる。

#### 【0050】

品質機能展開部2ではこのようにして製品特性と部品の相関関係を記述したQFD PhIIマトリクスaの設定数値から各部品別の影響度bを自動的に計算して“影響度”の項目欄における各部品対応位置に世代別に一覧表示させる。また、前世代に対する変更の有無cを、“影響度”bの項目内容に基づいて判定して各部品対応位置に世代別に表示する。

#### 【0051】

この結果、前世代に対してどの部品を変更すれば改善効果が高いかを客観的に明らかにすることができ、どの部品を変更、改善すれば良いかが一目でわかるようになる。

#### 【0052】

図4の例では、“前世代に対する変更有無”の欄に例えば、影響度が“2”より大きい部品については変更するものと定めた場合での、変更対象部品の決定結果が示されている。このような判断基準で変更する部品の決定指示をすることができる。

#### 【0053】

ここまでの結果を用いて、コスト・性能側面から検討した各世代の改善策を特定し、整理する。本例では、以下の改善策を適用するものとしている。

#### 【0054】

[Rev1 (第1世代)]

- －制御基板ファームウェア変更（省水化）
- －衣服センサ変更（検出位置変更）

[Rev2 (第2世代)]

- ーモータ変更 (低騒音化)
- ークラッチ機構部変更 (低騒音化)
- ー制御基板ファームウェア変更 (低騒音運転)

[Rev3 (第3世代)]

- ーモータ変更 (出力変更)
- ークラッチ機構部変更 (材料変更)
- ー制御基板ファームウェア変更 (短時間運転)
- ー衣服センサ変更 (検出レンジ変更)
- ートップカバー変更 (ボタン追加)
- ー電装ワイヤ変更

<環境側面の考慮>

次に、環境側面の考慮について説明する。環境側面に関する支援は、上述したように、中長期製品開発計画に基づいて、環境側面改善支援機能部3において実施される。

【0055】

図5はエコデザインで用いる環境側面の評価指標を表したものである。環境側面で用いる評価指標は、“環境負荷側面”と、“資源循環側面の指標”の2つに大別することができる。これらのうち、環境負荷側面の評価指標は、新規投入資源量、非再生エネルギー投入量、埋立処分量、CO<sub>2</sub>発生量などのライフサイクルインベントリー、地球温暖化などの環境インパクト、有害物質使用量である。

【0056】

一方、資源循環側面の評価指標としては、アップグレード性指標 (UGI: Up Gradability Index)、メンテナンス性指標 (MTI: Main Tenability Index)、リユース実効率 (UER: reUse

Effectsiveness Ratio)、リサイクル実効率 (RER: Recycling Effectiveness Ratio) であり、これらの定義は以下の通りである。

【0057】

・ UGI:  $\min \{ \text{アップグレード交換しない部品の価値寿命} \} / \min \{ \text{メンテナンス交換しない部品の耐用寿命} \}$

・ MTI:  $\min \{ \text{メンテナンス交換しない部品の耐用寿命} \} / \min \{ \text{アップグレード交換しない部品の価値寿命} \}$

・ UER =  $\Sigma \{ \text{リユース対象部品のリユース可能重量} \} / \text{製品重量}$

・ RER =  $\Sigma \{ \text{マテリアルリサイクル対象部品のリサイクル可能重量} \} / \text{製品重量}$

ここで、耐用寿命とは、要求された故障率より小さい故障率を維持している期間であり、価値寿命とは、製品ユーザにとって、価値を維持している期間である。製品耐用寿命と製品価値寿命は、それぞれ次のように定義されたものを用いる。

【0058】

・ 製品耐用寿命 =  $\min \{ \text{メンテナンス交換しない部品の耐用寿命} \}$

・ 製品価値寿命 =  $\min \{ \text{アップグレード交換しない部品の価値寿命} \}$

製品が使用済み製品となる期間は、上記の寿命のうち短い方の寿命で規定される。

【0059】

UGI (アップグレード性指標) を 100 [%] に近づけると云うことは、製品耐用寿命まで製品価値寿命を延ばすと云うことを意味し、MTI (メンテナンス性指標) を 100 [%] に近づけると云うことは、製品価値寿命まで製品耐用

寿命を延ばすと云うことを意味する。また、UER（リユース実効率）は製品から回収してリユースできる資源を製品重量割合で表したものである。リサイクル実効率は、リサイクル可能率ではなく、実際にリサイクル処理現場でリサイクル処理される資源の重量割合を表している。

## 【0060】

図6は、基準製品の製品環境情報を読み込んだ画面例である。製品環境情報は環境側面改善支援機能部3の有する製品環境情報データベースから読み込むが、この製品環境情報としては、製品のライフサイクルを通じた環境負荷、環境影響を評価したライフサイクルアセスメント（LCA）結果データ、および製品のリサイクル性、リユース性など製品寿命時の評価結果データ（End Of Life 評価結果データ）などがあり、EOL評価結果データは図7に示す形式で環境情報データベースに蓄えられている。

## 【0061】

この例の場合、環境側面として“投入資源量”，“エネルギー投入量”，“埋立廃棄物発生量”，“鉛および鉛化合物使用量”，“水質汚濁”といった項目があり、それぞれに対して，“材料調達”，“製造”，“流通”，“使用”，“廃棄処分”と云ったライフサイクル毎の内容が表示される。

## 【0062】

また、UGI，MTI，UER，RERなどの指標、製品価値寿命や製品耐用寿命が表示される。

## 【0063】

MTI指標は図23の如きフローに従った処理により分析できる。すなわち、EOL評価データベース（DB）から基準製品のEOL評価データを取得する（S11）。次にこれを元に寿命グラフ表示とメンテナンス性指標算出表示をする（S12）。その結果、これで良ければ処理を終了し（S13）、そうでなければ改善対象部品の特定と表示をする（S13，S14）。そして、計画者は改善策を入力する。すると、S12の処理に戻り、以降、上述の処理を繰り返す。アップグレード性指標に関しても同様な処理により分析できる。

## 【0064】

また、リサイクル率分析は図 2 4 の如きフローに従った処理により分析できる。すなわち、EOL 評価データベース (DB) から基準製品の EOL 評価データを取得する (S 2 1)。次にこれを元に分析マップを作成して当該作成した分析マップを表示し、また、リサイクル率を算出して表示をする (S 2 2)。その結果、これで良ければ処理を終了し (S 2 3)、そうでなければ計画者は改善対象部品の選択と改善策を入力する (S 2 4)。すると、S 2 2 の処理に戻り、以降、上述の処理を繰り返す。リユース性指標に関しても同様な処理により分析できる。

#### 【 0 0 6 5 】

計画者は、このようにして分析され、あるいは計算されて表示されたこれらの情報を見て、基準製品の環境特性を把握することができる。ここで資源循環側面の表示データは、図 7 に示す形式で環境情報データベースに蓄えられている EOL 評価結果データをもとに環境側面改善支援機能部 3 が算出したものである。

#### 【 0 0 6 6 】

図 7 で示したデータをもとに、この製品で優先的に考慮すべき EOL 課題を決定する。優先 EOL 課題決定に際しての基本思想は「製品がユーザーサイトに存在する期間で資源の価値を使い切る」ことである。基本思想に沿うならば製品耐用寿命と製品価値寿命を一致させることが望ましい。両者が一致していない場合は、両者を一致させるためにどうすべきか、という観点から着眼すべき EOL 課題を決定する。

#### 【 0 0 6 7 】

EOL 課題の決定法の大部分は、本願発明者が特願平 1 1 - 2 6 5 8 1 号において既に提案している技術であって、概略を述べると、以下の如きである。

#### 【 0 0 6 8 】

##### < EOL 課題に対する重要度決定法 >

まず、対象製品の市場における製品価値寿命 (value life)  $l_r$  と製品耐用寿命 (useful life)  $l_a$  の二つを、図 7 に示した部品価値寿命、部品耐用寿命の値をもとに算出する。

#### 【 0 0 6 9 】

次に、対象製品の市場における価値寿命  $l_r$  と耐用寿命  $l_a$  の値を用いて、着眼 EOL 課題を決定する。

【0070】

すなわち、対象製品の市場における価値寿命  $l_r$  と耐用寿命  $l_a$  の値を用い、 $l_r < l_a$  であるかを判断する (st11)。その結果、 $l_r < l_a$  であるならば、 $l_a > 2l_r$  であるかを判断し (st12)、 $l_a > 2l_r$  であるならば、“アップグレード or 部品リユース” または “マテリアルリサイクル” とする (st13)。S12での判断の結果、 $l_a > 2l_r$  でなければ、“アップグレード” または “マテリアルリサイクル” とする (st14)。

【0071】

一方、S11での判断の結果、 $l_r < l_a$  でなければ、 $l_r < 2l_a$  であるかを判断し (st15)、 $l_r < 2l_a$  であるならば、“メンテナンス” または “マテリアルリサイクル” とするが (st13)、 $l_r < 2l_a$  でなければ、“マテリアルリサイクル” とする (st14)。

【0072】

この処理を概念的に説明する。[ $l_r - l_a$ ] 平面において  $l_r = l_a$  の線の上に製品を位置させる。すなわち、価値を残ったままの廃棄はしない（製品価値を使い切る）ことが重要と考える。そこで、初期入力時に対象製品の市場における価値寿命  $l_r$  と耐用寿命  $l_a$  の大小関係がどのようなかによって、着眼すべき EOL 課題は異なってくる。

【0073】

まず、入力時の  $l_r$ （対象製品の市場における価値寿命）が  $l_a$ （耐用寿命）と等しい場合には、従来通りで既に市場で製品価値を使い切ることが可能であるため、マテリアルリサイクルを指向した設計が最重要になる。

【0074】

一方、対象製品の市場における価値寿命  $l_r$  が耐用寿命  $l_a$  より小さいときは、さらに以下の条件で着眼すべき EOL 課題が決定される。

【0075】

・  $l_a < 2l_r$  : アップグレードを重視する。

【0076】

- ・  $l_a > 2l_v$  : 部品リユースまたはアップグレードを重視する。

【0077】

また、象製品の市場における価値寿命  $l_r$  が耐用寿命  $l_a$  より大きいときは、さらに以下の条件で着眼すべきEOL課題が決定される。

【0078】

- ・  $l_r < 2l_a$  : メンテナンスを重視する。

【0079】

- ・  $l_r > 2l_a$  : マテリアルリサイクルを重視する。

【0080】

このようにすることで、優先EOL課題を決定することができる。

【0081】

図8は、このような優先EOL課題決定方法（特願平11-26581号）を模式的に図示したもので、例として代表的な耐久消費製品の存在範囲を記入している。本例の場合は対象製品が洗濯機であり、この場合、製品耐用寿命＝8年、製品価値寿命＝10年であるから、優先すべきEOL課題は第1にメンテナンス、第2にマテリアルリサイクル、という順序として導出される。

【0082】

優先EOL課題を考慮した上で、製品に関わる環境要求を整理し、着眼すべき課題を設定する。このとき、必ず対応しなければならない課題を“MUST課題”、できれば対応したほうが良い課題を“WANT課題”と呼ぶこととする。

【0083】

図9では、“WANT課題”として使用段階の省資源、およびEOL段階でのメンテナンスが設定され、“MUST課題”として製造段階の有害物質削減、およびマテリアルリサイクルが設定され、合計4課題を着眼課題として設定している。

【0084】

次に、これら着眼課題に対して製品Rev3時点（製品の第3世代時点）での定量目標値を設定する（図10）。これらは、企業の中長期自主目標や法規制な

どに基づき、計画者により決定され、当該計画者により入力設定されるものである。

#### 【0085】

同様に、着眼課題に対して、重要度を配分する。これらも計画者により入力設定される。図11の例では、総計が100になるように先の4つの課題に対して重要度を配分する。この重要度を用い、かつ、特願平11-26581号で示した方法を利用することによって、適宜なる改善策を検索し、計画者に提示することができる。

#### 【0086】

ところで、製品のメンテナンス性を表すMTI（メンテナンス性指標）は現状80 [%]であるが、Rev3における目標値は90 [%]である。図12は、MTIを改善する戦略を示している。図12からわかるように、MTIの値を改善するには、“メンテナンス交換しない（あるいはできない）部品の中で、最も耐用寿命の短い部品をメンテナンス交換可能に設計変更する”、あるいは、“部品耐用寿命を延ばす”の2種の選択肢があり、いずれかを採用することでMTIの値を向上することができる。

#### 【0087】

環境側面改善支援機能部3においては、この他に改善分析画面を表示する機能がある。

#### 【0088】

改善分析画面では、メンテナンス交換できない部品のうち、最も耐用寿命の短い部品（サスペンション）が明示化される（図13）。すなわち、本発明システムにおける環境側面改善支援機能部3においては、寿命を価値と耐用の2種に分け、X軸に耐用寿命をとり、Y軸に価値寿命をとって、これらを軸にマッピングするようにし、これによって、改善の必要の大なるものがマップ上で左に寄るような表示形式で表示するようにした。

#### 【0089】

すなわち、このようにすると、図13に示すように、改善の必要の大なるものが左に寄る。そして、この図では改善方向が右方向（X軸方向における右方向）

であり、メンテナンス可能にすれば、マップから消える。従って、計画者は、この画面で示された部品“サスペンション”をメンテナンス交換可能にすることで、MTIの値を80 [%] から90 [%] に改善することができる。

【0090】

本例では対応しないが、UGI（アップグレード性指標）の値を改善する場合は、アップグレード交換しない（あるいはできない）部品の中で最も価値寿命の短い部品をアップグレード交換可能に設計変更するか、その部品の価値寿命を延ばすように設計変更すれば良い（図14）。

【0091】

環境側面改善支援機能部3においては、この他の改善分析画面表示機能がある。ここで用いられるRER（リサイクル実効率）を改善するための改善分析画面例を、図15に示す。この画面では計画者に対して、リサイクル対象部品と非リサイクル対象部品、リサイクル可能分とリサイクル不可能分、という2つの区分で分けられたマップ内に、基準製品を構成する部品名とその重量を配置して表示する。また、同時にRERの値も表示する。

【0092】

計画者はRERの目標値（本例では70 [%]）になるように、任意の非リサイクル対象部品をリサイクル対象部品に（＝製品の分解構造の変更など）、あるいは任意の部品のリサイクル不可能分をリサイクル可能分に（＝部品を分解できるよう構造変更する、材料変更する）移動させることができる。

【0093】

本例では、図15の破線部で囲まれた部品をリサイクル対象部品に変更することで、RER＝70 [%] を達成することができる。

【0094】

環境側面改善支援機能部3による以上のような改善分析や、適宜なる改善策の検索により、計画者は製品Rev3時点で達成されているべき環境側面の改善策の集合を、導出することができる。本例では、以下の改善策が導出された。

【0095】

- ・鉛フリー半田使用（材料変更）

- ・サスペンションをメンテナンス交換可能に（構造変更）
- ・モータをリサイクル対象にする（材料・構造変更）
- ・制御基板をリサイクル対象にする（材料変更）
- ・サスペンションをリサイクル対象にする（材料・構造変更）
- ・パルセータをリサイクル対象にする（材料変更）
- ・トップカバーをリサイクル対象にする（材料変更）
- ・電装ワイヤをリサイクル対象にする（材料変更）
- ・排水バルブ弁をリサイクル対象にする（材料変更）

＜最終的な改善策の採用可否を決定＞

ここまでに導出された品質機能展開部 2 によるコスト・性能側面の各世代改善策と、環境側面改善支援機能部 3 による環境側面の改善策の集合に対し、世代仕様決定支援機能部 4 において図 16、図 17 に示すようなトレードオフ分析を行ない、最終的な改善策の採用可否を決定する。図 16 では、以下のように改善策  $r$  に関する  $P$  値を算出している。

【0096】

$$P_r = w_1 \sum_{i=1}^I w_{1i} P_{ir} + w_2 \sum_{j=1}^J w_{2j} P_{jr}$$

$$\text{ただし、} w_1 + w_2 = 1, \sum_{i=1}^I w_{1i} = 1, \sum_{j=1}^J w_{2j} = 1$$

ここで  $w_1$  はコスト・性能側面の重み係数、 $w_2$  は環境側面の重み係数、コスト・性能側面の製品特性番号  $i = 1, \dots, I$ 、環境側面の製品特性番号  $j = 1, \dots, J$ 、である。 $P_{ir}$  は図 16 のマトリクス中の  $i_r$  要素の値である。 $P_r$  が“0”以上であれば製品特性への影響を総合的に判断した結果、改善策  $r$  が採用

可能であることを示している。

【0097】

もし、改善策同士で矛盾する策が存在し、どちらかを選択しなければならないときは、以下で示すD値を算出し、D値の大きい改善策を選択する。

【0098】

$$D_r = (P_r / C_r)$$

ここでC<sub>r</sub>は、改善策rを実現するのに必要なコストである。

【0099】

この段階で採用不可となる改善策があった場合は、コスト・性能側面および環境側面の改善策検索・改善分析処理に戻り、代替策を導出し、再びトレードオフ分析を実行する。

【0100】

図17では、製品を構成する各部品と、実行する改善策との関係を分析し、目標仕様を変更しなければならない部品を抽出する。本例では、パルセータをリサイクル可能な材料に変更することに起因して、成形上の制約が発生し、一部仕様を変更しなければならないことが明らかにされている。この段階で部品の目標仕様を変更すべきことが明らかになった部品については、部品目標仕様を変更して以後の設計を進めていくものとする。

【0101】

トレードオフ分析が終了した後に、計画者は、図18に示すマトリクス形式（DSM: Design Structure Matrix（設計構造マトリクス））で各改善策間の相関関係を整理する。ここではマトリクス要素に、改善策同士が関係する場合（同じ部品に関する改善策であるなど）に“1”を、また、関係が無い場合は“0”を挿入する。

【0102】

ところで、N個の環境側面の改善策をM個の世代に割り当てる問題は、一般にはNP完全問題として知られる問題であり、場合の数をすべて評価することは現

実的に不可能である。本例の場合の数は $M^N$ 通り、すなわち、 $3^9 = 19683$ 通りである。そこで一般には、NP完全問題へのアプローチとして大域的探索（遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッドアニーリング法など）やヒューリスティックスを用いた探索が知られている。本例では、DSMを用いたヒューリスティックアプローチを説明する。

#### 【0103】

まず、計画者は、図18に示すようなDSMの形式（マトリクスAとする）を用いて、改善策間の相関関係を記述する。これを用いて次に、世代仕様決定支援機能部4は以下に示すアルゴリズムを適用し、改善策のクラスタリングを行う。

#### 【0104】

〔ステップS0〕. まずはじめに $k = 1$ とする初期化を施す。

#### 【0105】

〔ステップS1〕. マトリクスA（k）の行・列ともに降順にソーティングする。

#### 【0106】

〔ステップS2〕. 1行目のマトリクス要素に“1”の存在する列を選択する。

#### 【0107】

〔ステップS3〕. 1列目のマトリクス要素に“1”の存在する行を選択する。

#### 【0108】

〔ステップS4〕. 選択行・列の交叉する部分をクラスタと見なして削除する。

#### 【0109】

〔ステップS6〕. マトリクスA（k）= 0であれば処理を終了する。そうでなければ $k = k + 1$ としてステップS1の処理に戻る。

#### 【0110】

このようなアルゴリズムを適用した計算結果は、以下のようになる。

【0111】

- ・ Rev 1: 改善策“1”, “2”, “12”, “15”
- ・ Rev 2: 改善策“3”, “4”, “5”, “14”
- ・ Rev 3: 改善策“6”, “7”, “8”, “9”, “10”, “11”
- ・ その他のクラスタ: 改善策“13”, “16”, “20”
- ・ 単独改善策“17”, “18”, “19”

ここで、その他のクラスタおよび単独改善策は、Rev 0～Rev 3のいずれに属しても良く、例えば、各Revにおける開発コストの制約に基づいて決定する。

【0112】

本例では最終的に以下のように改善策に世代を割り当てた。

【0113】

- ・ Rev 0: 改善実行なし（初期製品なので）
- ・ Rev 1: 改善策“1”, “2”, “12”, “15”, “17”, “18”, “19”
- ・ Rev 2: 改善策“3”, “4”, “5”, “13”, “14”, “16”, “20”
- ・ Rev 3: 改善策“6”, “7”, “8”, “9”, “10”, “11”

この結果、各世代の製品改善コンセプトが確定した。

【0114】

＜モジュール構成決定支援＞

世代仕様決定支援機能部4を用いて上述のようにして各世代の製品改善コンセプトが確定されたならば、続いて、モジュール構成決定支援部5によるモジュール構成決定支援に移る。ここでは、まずはじめに、上述のようにして得られた環境側面の改善策を世代割り当てした結果と、それら改善策の効果予測値を各世代ごとに算出することで、実現可能な中間世代の環境目標を逆算する（図19）。

【0115】

次に、前世代の製品に対してRev up（世代改良）として部品変更する情

報、および製品EOL時の部品交換・分解情報を図20に示すように整理する。ここで、Rev upはコスト・性能側面と環境側面の双方を含んでいる。また、Rev upのない部品（本例では外箱と洗濯槽）はプラットフォームとみなして図20からは除外してある。さらに、マテリアルリサイクル対象の記述は、必要に応じてより細かく、例えば分別材料種別ごと（PP、PE、アルミ、鉄など）に記述しても良い。

## 【0116】

図20の情報を用いて多変量解析の一手法であるクラスター分析することにより、同じタイミングで変更・交換・分解される部品同士をモジュールとしてまとめることができる。

## 【0117】

この結果、多世代に亘るライフサイクルコストを削減することができる。本例では、例えば、距離“4”レベルあたりに設定すると、距離“0”のレベルでは5つとなっていた部品1, 9, 3, 7, 8は2つのモジュール（{1, 9}, {3, 7, 8}）になるということを導出している（図21）。なお、本モジュール構成法は、単世代の製品だけの情報を用いても同様に適用できる。

## 【0118】

図22は、以上で得られた結果を視覚的に表現し直したものである。本例では、{排水バルブ9、モータ1}、そして、{制御基板3、トップカバー7、電装ワイヤ8}をそれぞれ図のように一体モジュールとすれば、ライフサイクルコスト削減に貢献することが示されている。

## 【0119】

以上、本発明によれば、立案された製品開発の開発計画に基づいて、品質機能展開手段により製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性や部品特徴を、製品性能やコスト関連の設計課題を最適バランスで実現するための品質機能展開（QFD）手法で明確化するようにし、また、製品の環境側面の課題を支援するため、環境側面改善支援手段により環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、改善対象部品を抽出して改善策を決定するようにし、そして、世代仕様決定支援手段により、品質機能展開手段にて得られたコ

スト・性能側面からの改善策と、前記環境側面改善支援手段にて得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析し、総合的見地から実行に適さない両側面にとって相性の悪い改善策を排除・変更する支援を実施し、そして、排除・変更後の改善策をもとに、環境側面の改善策に対して、製品開発コストが最小になるように世代割り当てを行って世代改善計画および世代環境目標仕様を得、そして、得られた世代改善計画および世代環境目標仕様と、製品を構成する各部品の将来にわたる変更・交換・分解情報を用いて、モジュール構成決定手段により製品の最適なモジュール構成を決定するようにした。

#### 【 0 1 2 0 】

従って、多世代製品系列の開発計画時に、効果的な環境側面の改善策を決定し、その実行世代を決定することができるようになり、また、各世代の性能・コスト・環境側面に関する改善計画を踏まえた、最適な製品モジュール構成を決定することができると共に、この場合の最適化は、企業としては製品ライフサイクルコストの観点から行えるようになる多世代製品系列ライフサイクル計画支援が実現できるようになる。

#### 【 0 1 2 1 】

尚、本発明は上述した実施例に限定することなく、その要旨を変更しない範囲内で適宜変形して実施可能である。また、実施形態に記載した手法は、コンピュータに実行させることのできるプログラムとして、磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスクなど）、光ディスク（CD-ROM、DVDなど）、半導体メモリなどの記録媒体に格納して頒布することもできる。

#### 【 0 1 2 2 】

##### 【発明の効果】

以上、本発明によれば、製品の性能コスト・環境側面を多世代に互って効果的かつ効率良く改善していく多世代製品改善計画を作成することができるようになり、また、この改善計画に従うことで少ない開発コストで最終的な環境目標値に到達することができるようになる。

#### 【 0 1 2 3 】

また、本発明に基づいた製品モジュール構成を採用することで、設計変更や部

品交換・リサイクル時に要するコストを削減できる。

【 0 1 2 4 】

さらに、作成された設計目標値と製品改善コンセプトを、次に続く設計・評価段階で共有することにより、複数の設計者が設計目標達成に向けて効率良く協同作業することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例を説明するための図であって、一例としての本発明システム概念図である。

【図 2】

本発明の実施例を説明するための図であって、洗濯機の中長期製品開発計画の例を説明するための図である。

【図 3】

本発明の実施例を説明するための図であって、洗濯機の中長期製品開発計画に用いる多世代 Q F D P h I の例を説明するための図である。

【図 4】

本発明の実施例を説明するための図であって、洗濯機の中長期製品開発計画に用いる多世代 Q F D P h II の例を説明するための図である。

【図 5】

本発明の実施例を説明するための図であって、本発明システムで用いる環境側面の評価指標の例を示す図である。

【図 6】

本発明の実施例を説明するための図であって、基準製品の環境情報表示例を示す図である。

【図 7】

本発明の実施例を説明するための図であって、基準製品の E O L 評価結果データ例を示す図である。

【図 8】

本発明の実施例を説明するための図であって、優先 E O L 課題の決定例を示す

図である。

【図 9】

本発明の実施例を説明するための図であって、環境要求の記述と着眼課題設定の例を示す図である。

【図 1 0】

本発明の実施例を説明するための図であって、製品の R e v 3（第 3 世代）時点の目標設定例を示す図である。

【図 1 1】

本発明の実施例を説明するための図であって、重要度設定例を示す図である。

【図 1 2】

本発明の実施例を説明するための図であって、MTI の改善戦略例を示す図である。

【図 1 3】

本発明の実施例を説明するための図であって、MTI 分析画面例を示す図である。

【図 1 4】

本発明の実施例を説明するための図であって、UGI の改善戦略例を示す図である。

【図 1 5】

本発明の実施例を説明するための図であって、RER 分析画面例を示す図である。

【図 1 6】

本発明の実施例を説明するための図であって、トレードオフ分析例を示す図である。

【図 1 7】

本発明の実施例を説明するための図であって、トレードオフ分析例を示す図である。

【図 1 8】

本発明の実施例を説明するための図であって、本システムで用いる DSM の例

を示す図である。

【図 1 9】

本発明の実施例を説明するための図であって、中間世代目標値設定例を示す図である。

【図 2 0】

本発明の実施例を説明するための図であって、部品の変更・変換分析情報例を示す図である。

【図 2 1】

本発明の実施例を説明するための図であって、クラスタリング結果の例を示す図である。

【図 2 2】

本発明の実施例を説明するための図であって、モジュール構成イメージ例を示す図である。

【図 2 3】

本発明の実施例を説明するための図であって、メンテナンス性指標分析フローチャートの例を示す図である。

【図 2 4】

本発明の実施例を説明するための図であって、リサイクル率分析のフローチャート例を示す図である。

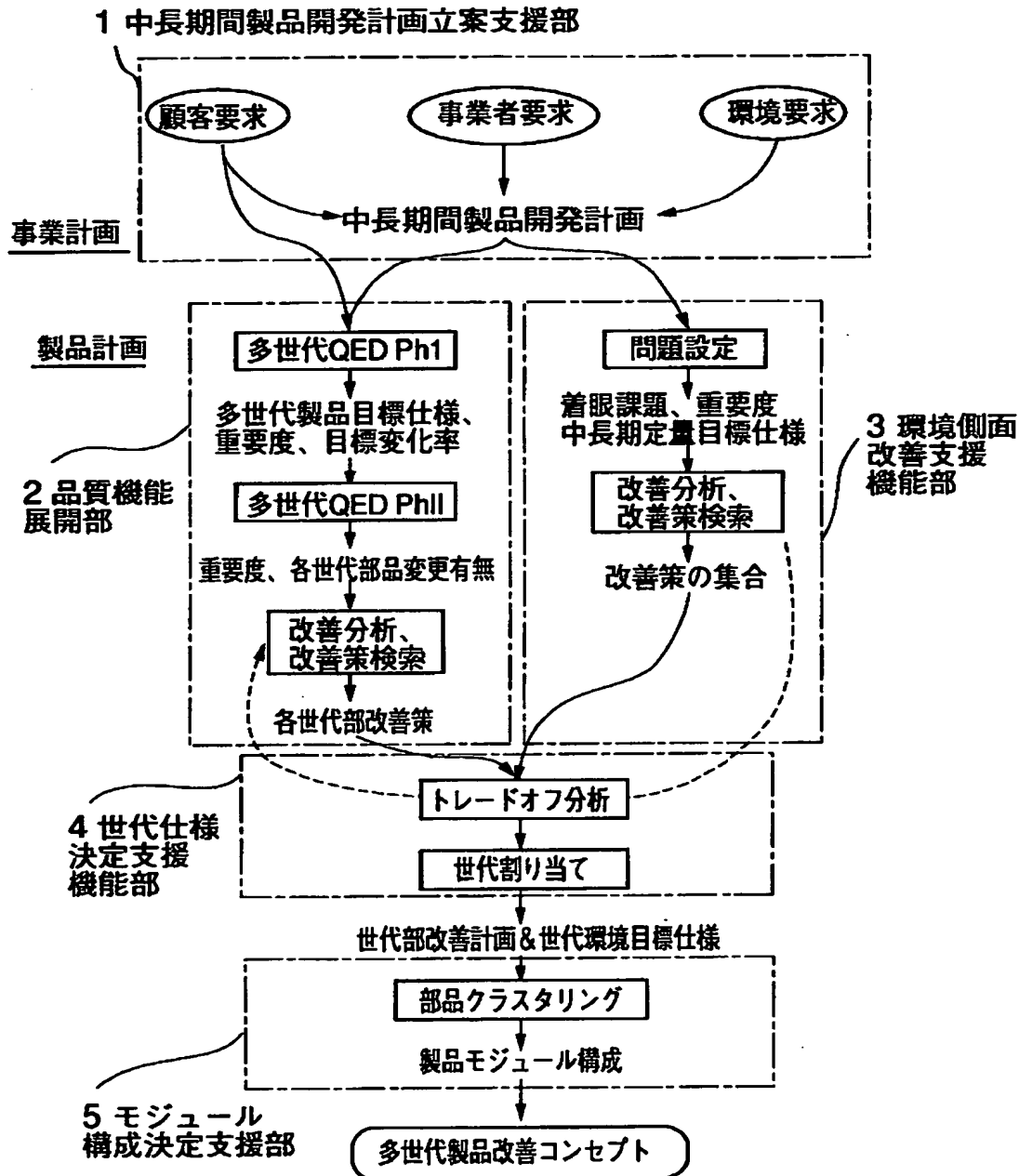
【符号の説明】

- 1 … 中長期製品開発計画立案支援機能部
- 2 … 品質機能展開部
- 3 … 環境側面改善支援機能部
- 4 … 世代仕様決定支援機能部
- 5 … モジュール構成決定支援部。

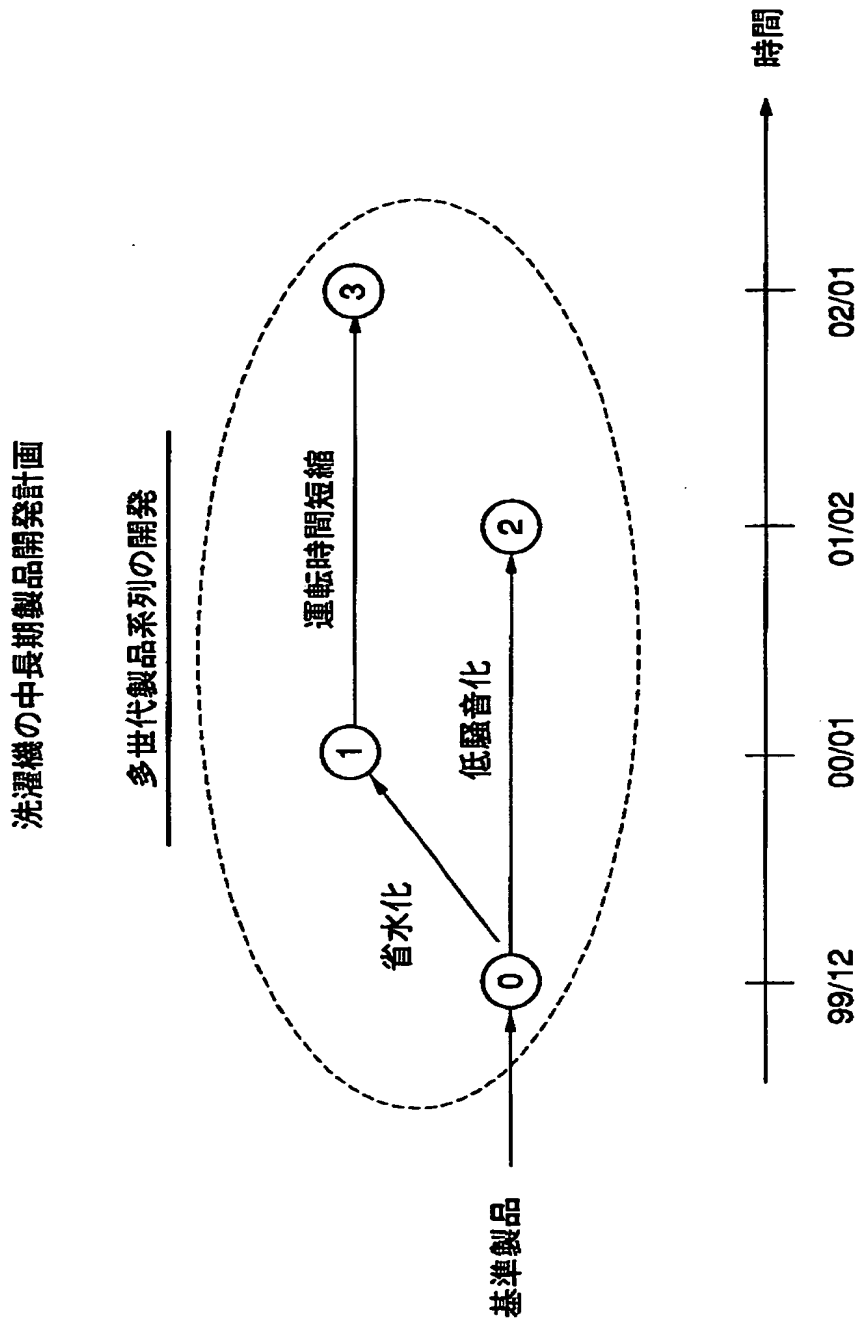
【書類名】 図面

【図 1】

多世代製品系列LCP構成図



【図 2】



【図3】

## 多世代FD Ph1

重要度；非常に重要；9、重要；3、少し重要；1

		製品特性								
顧客要求	重要度	洗い音 (dB)	洗濯コース数	洗濯容量 (kg)	脱水音 (dB)	標準運転時間 (分)	設置面積 (cm <sup>2</sup> )	標準使用水量 (L/回)	定価 (円)	消費電力 (W)
a										
きれいに洗いたい	9		3							
静かに運転して欲しい	9	9			3					
省スペースが良い	3			1			9			
服を傷めないで欲しい	3		3							
早く洗濯したい	3					9				
一度にたくさん洗いたい	3			9						
製品は安い方が良い	1								9	
運転コストも安い方が良い	1							9		3
総得点		81	36	30	27	27	27	9	9	3
相対重要度		33%	14%	12%	11%	11%	11%	4%	4%	1%
b										
基礎製品の設計仕様		35	4	7	50	35	3300	160	120	450
目標値	Rev0	35	4	7	50	30	3300	160	110	450
	Rev1	35	5	7	50	30	3300	120	110	380
	Rev2	25	4	7	40	30	3300	160	115	400
	Rev3	30	8	7	40	20	3300	120	115	360
c										
規格化した目標値	Rev0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Rev1	100	125	100	100	100	100	75	100	84
	Rev2	71	100	100	80	100	100	100	105	89
	Rev3	86	200	100	80	67	100	75	105	80
d										
前世代に対する目標変化率	Rev0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rev1	0	25	0	0	0	0	25	0	16
	Rev2	29	0	0	20	0	0	0	5	11
	Rev3	14	75	0	20	33	0	0	5	4

【図 4】

多世代QFD phill

相関度：非常に関係；9,重要；3、少し関係；1

		部 品											前世代に対する 目標変化率		
製品特性	相対重要度	ホータ	クニッチ機構	制御基板	外箱	サスペンション	洗濯槽	洗濯センサ	バルセータ	トップカバー	電熱ワイヤ	排水バルブ弁	Rev1	Rev2	Rev3
洗い音 (dB)	33%	9	9	3	3	3							0	29	14
洗濯コース数	14%			9				9		3	3		25	0	75
洗濯容量 (kg)	12%	3	3			3	9		3				0	0	0
脱水音 (dB)	11%	9	9	1	3	3							0	20	20
標準運転時間 (分)	11%	3	3	9					3				0	0	33
設置面積 (cm <sup>2</sup> )	11%	1	1		9		1						0	0	0
標準使用水量 (L)	4%			9								3	25	0	0
定価 (円)	4%	9	9		3		9						0	5	5
消費電力 (W)	1%	9		9									16	11	4
総得点		5.1	5	3.8	2.4	1.7	1.5	1.3	0.7	0.4	0.4	0.1			
相対重要度		23%	22%	17%	11%	7%	7%	6%	3%	2%	2%	0.5%			

a

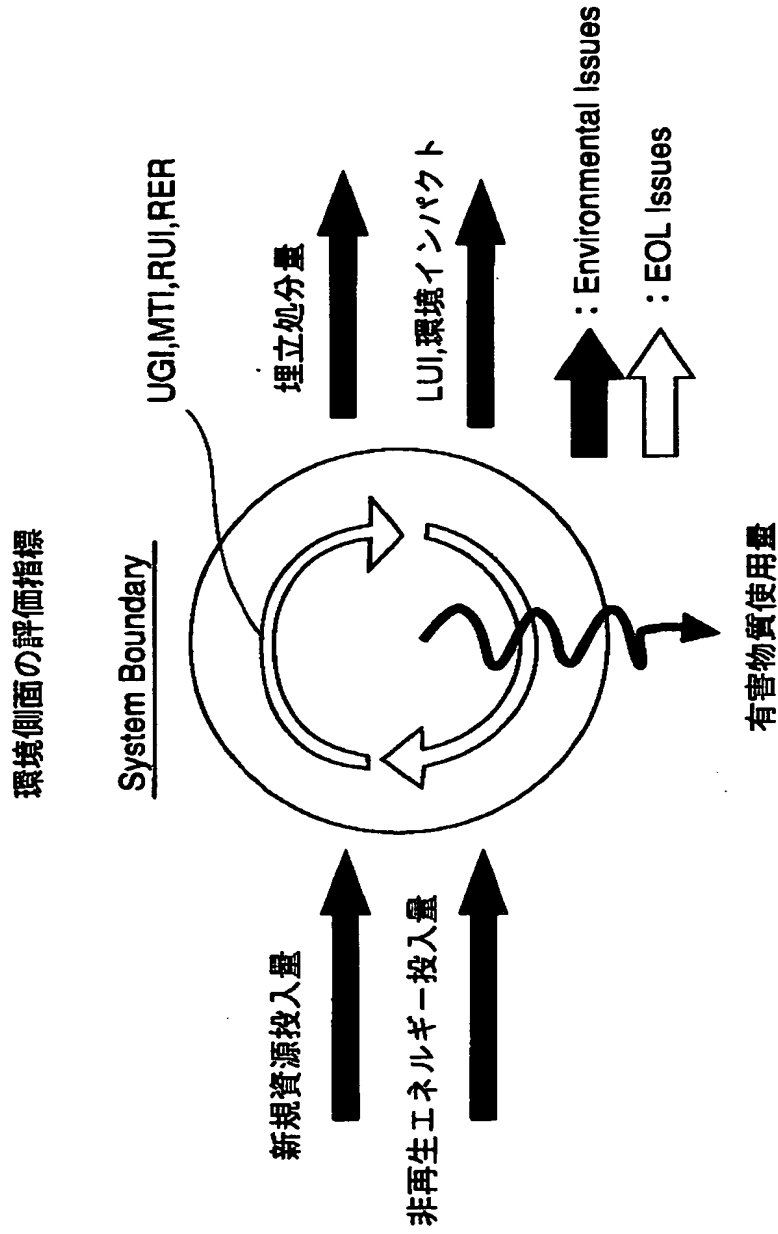
影響度	Rev 1	1.4	0	5.9	0	0	0	2.3	0	0.8	0.8	0.8
	Rev 2	5.8	4.8	2.1	1.6	1.5	0.4	0	0	0	0	0
	Rev 3	4.9	4.5	1.1	1.2	1	0.4	6.8	1	2.3	2.3	0

b

前世代に対する 変更有無	Rev 1			1				1				
	Rev 2	1	1	1								
	Rev 3	1	1	1				1		1	1	

c

【図 5】



【図 6】

基準製品の環境情報表示

環境負荷側面

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
投入資源量 (g)	38000	12000	7000	600000000	-
エネルギー投入量 (kWh)	3000	600	40	1800	200
埋立廃棄物発生量 (g)	-	2000	-	0	19700
鉛および鉛化合物 使用量 (g)	-	210	0	0	0
水質汚濁 (g)	60000	10000	3900	320000	-

a

資源循環側面

UGI(%)	125
MTI(%)	80
UER(%)	0
RER(%)	49.5

b



製品価値寿命  
製品耐用寿命

年	10
年	8

C

【図7】

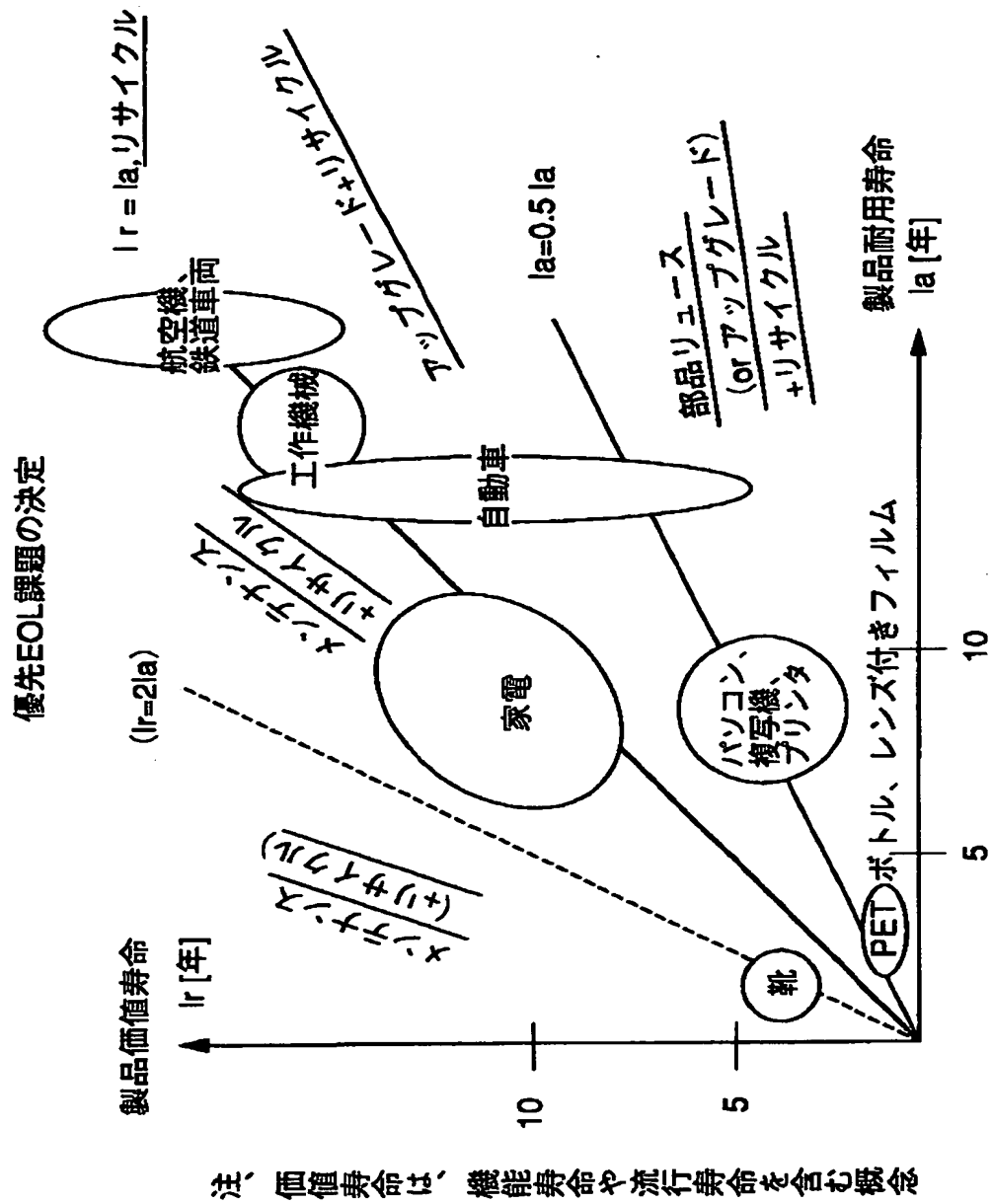
基準製品のEOL評価結果データ

製品価値寿命=10  
製品耐用寿命=8

部品	耐用寿命(年)	価値寿命(年)	材料リサイクルさせるか	リユースさせるか	アップグレード交換させるか	メンテナンス交換させるか	材料リサイクル可能性(%)	リユース可能性(%)	重量(g)	リサイクル可能重量(g)	リサイクル実効重量(g)	リユース実効重量(g)
モータ	9	12	0	0	0	0	80	15	4000	3200	0	600
クラッチ機構部	9	10	1	0	0	0	85	0	6000	5100	5100	0
制御基板	12	10	0	0	0	0	50	0	400	200	0	0
外箱	10	10	1	0	0	0	80	0	11000	8800	8800	0
サスペンション	8	10	0	0	0	0	90	0	5000	4500	0	0
洗濯槽	13	10	1	0	0	0	60	0	9000	5400	5400	0
衣服センサ	10	10	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0
バルセータ	9	10	0	0	0	0	50	0	500	250	0	0
トップカバー	10	10	0	0	0	0	50	0	1000	500	0	0
電装ワイヤ	10	10	0	0	0	0	10	0	800	80	0	0
排水バルブ弁	9	10	0	0	0	0	40	0	1000	400	0	0
									39000	28430	19300	600
												0

UGI= 125% MTI= 80% RER= 49.5% UER= 0.0%

【図 8】



【図 9】

環境要求の記述と着眼課題設定

環境負荷側面

	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源			梱包簡略化	使用水量、 洗剤量	
省エネルギー				消費電力	
廃棄物削減					最終処分場 不足
有害物質低減					
地球環境影響低減	グリーン調達	鉛フリー半田			

資源循環側面

アップグレード	
メンテナンス	資源有効活用
部品リユース	
マテリアル リサイクル	家電リサイクル 法

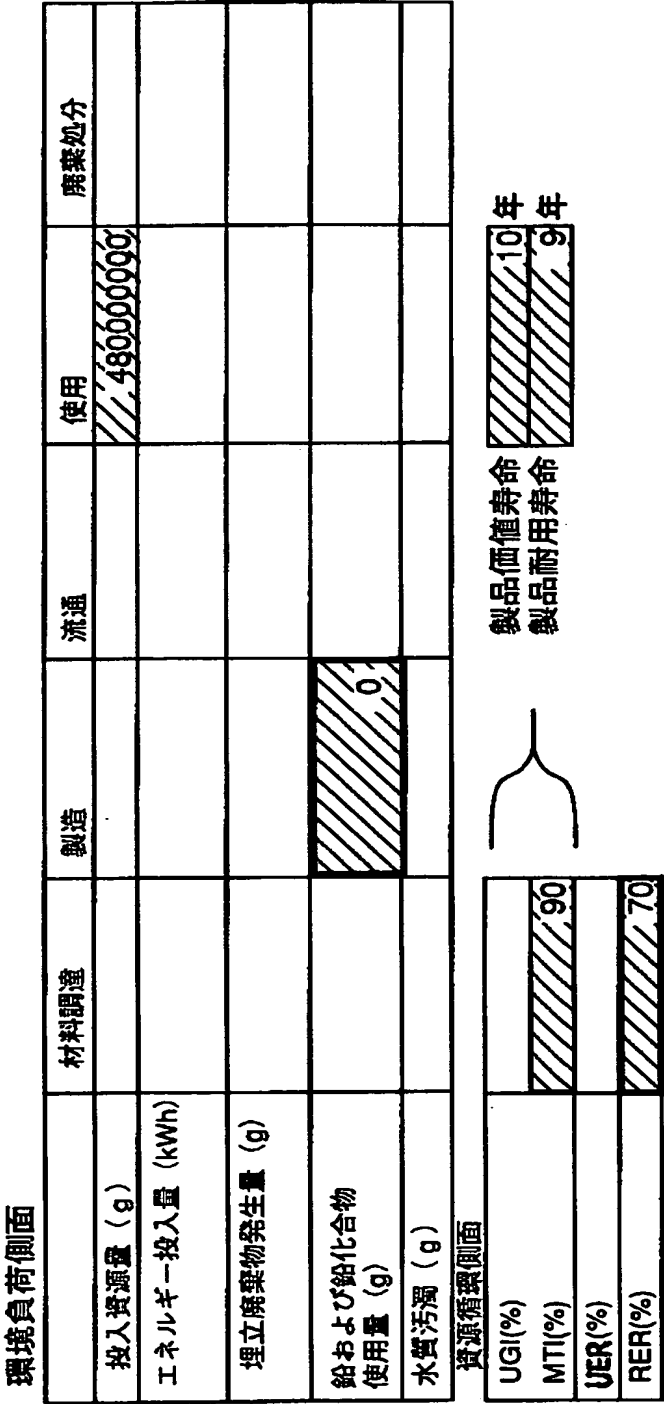
優先EOL課題

- 1. メンテナンス
- 2. マテリアルリサイクル

（太線はMUST条件  
細線はWANT条件）

【図10】

Rev3 時点の目標設定



【図 1 1】

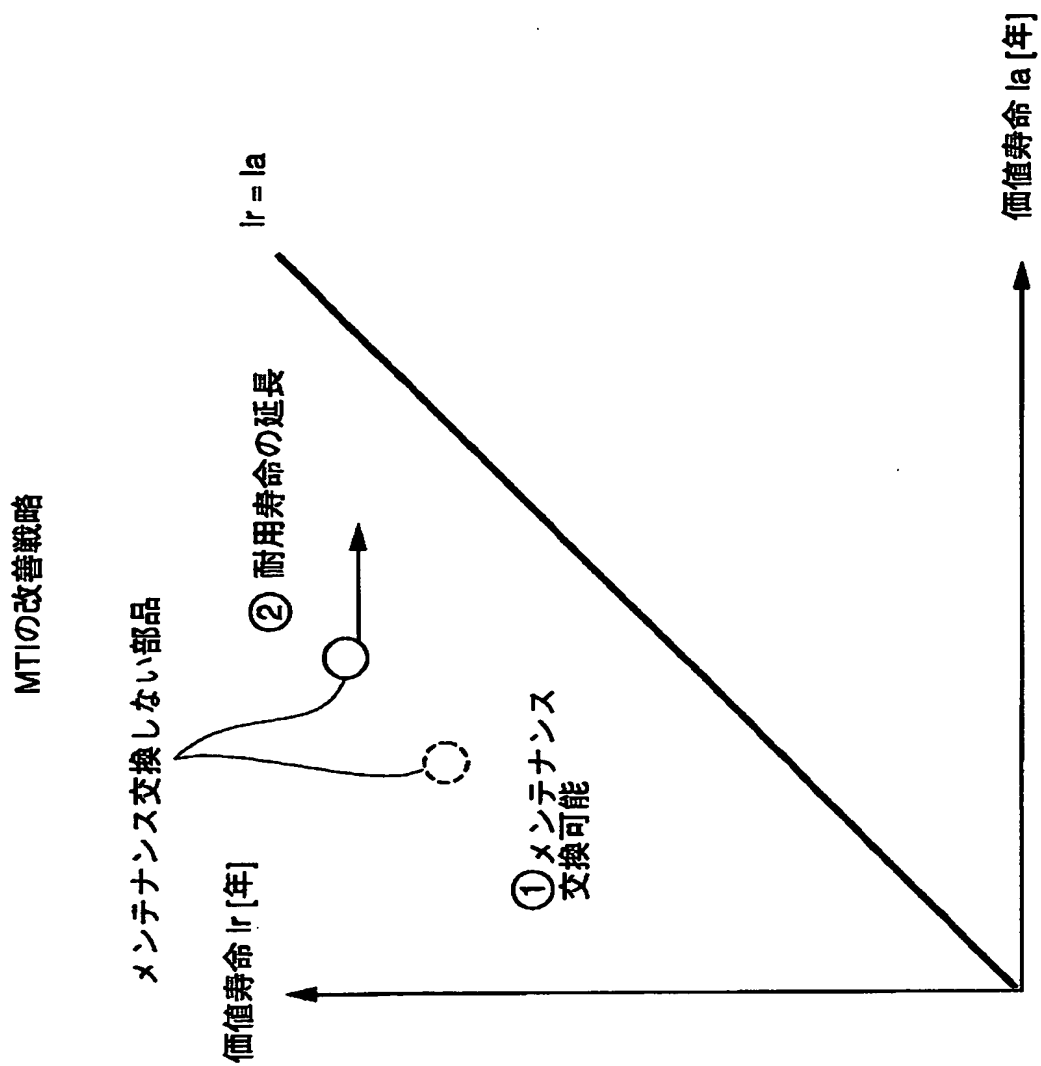
重要度設定

環境負荷側面					
	材料調達	製造	流通	使用	廃棄処分
省資源				15	
省エネルギー					
廃棄物削減					
有害物質低減		30			
地球環境影響低減					
資源循環側面					
アップグレード					
メンテナンス	15				
部品リユース					
リサイクル	40				

a

b

【図 1 2】



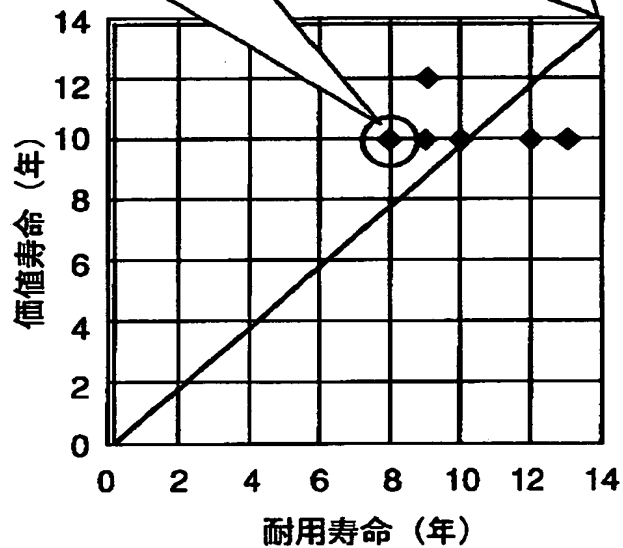
【図 1 3】

MIT分析画面例

基準製品の価値寿命=10年  
基準製品の耐用寿命=8年

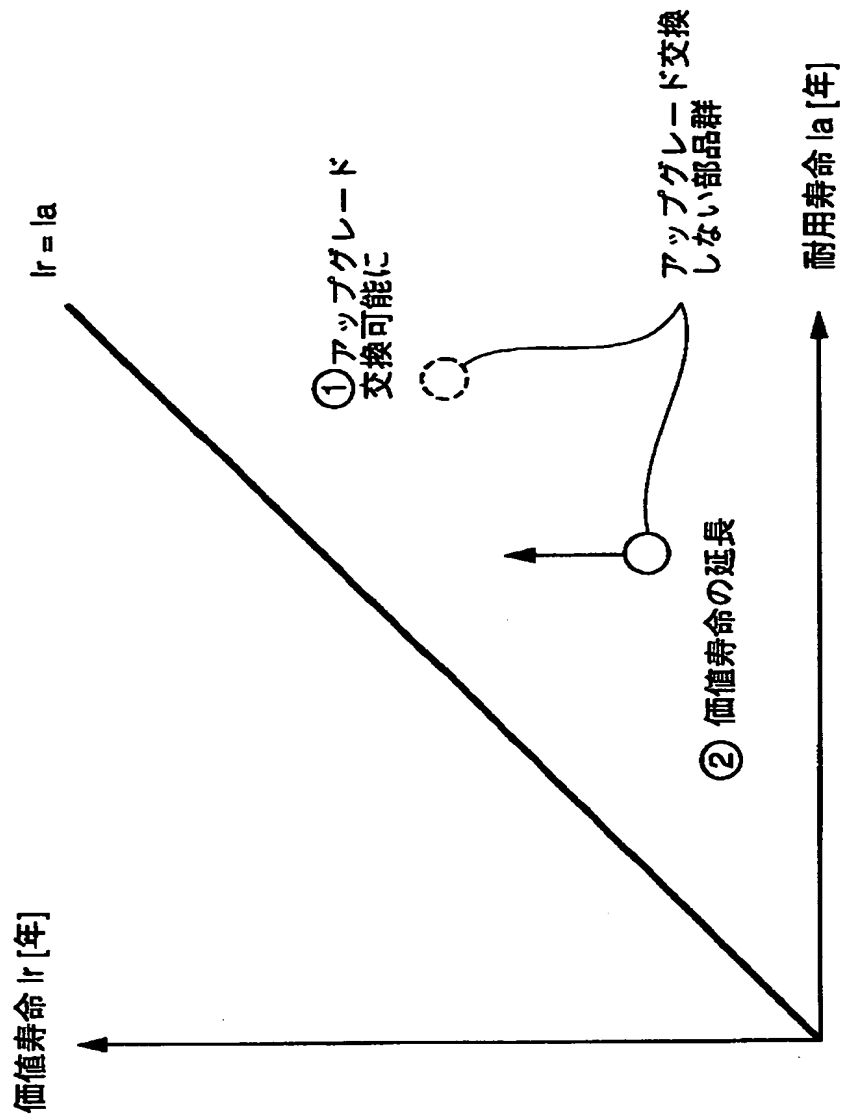
サスペションの耐用寿命を  
8年から9年に延ばす、あるいは  
メンテナンス交換可能にすれば、  
MTIは0.8から0.9に  
改善される。

価値寿命=耐用寿命のライン

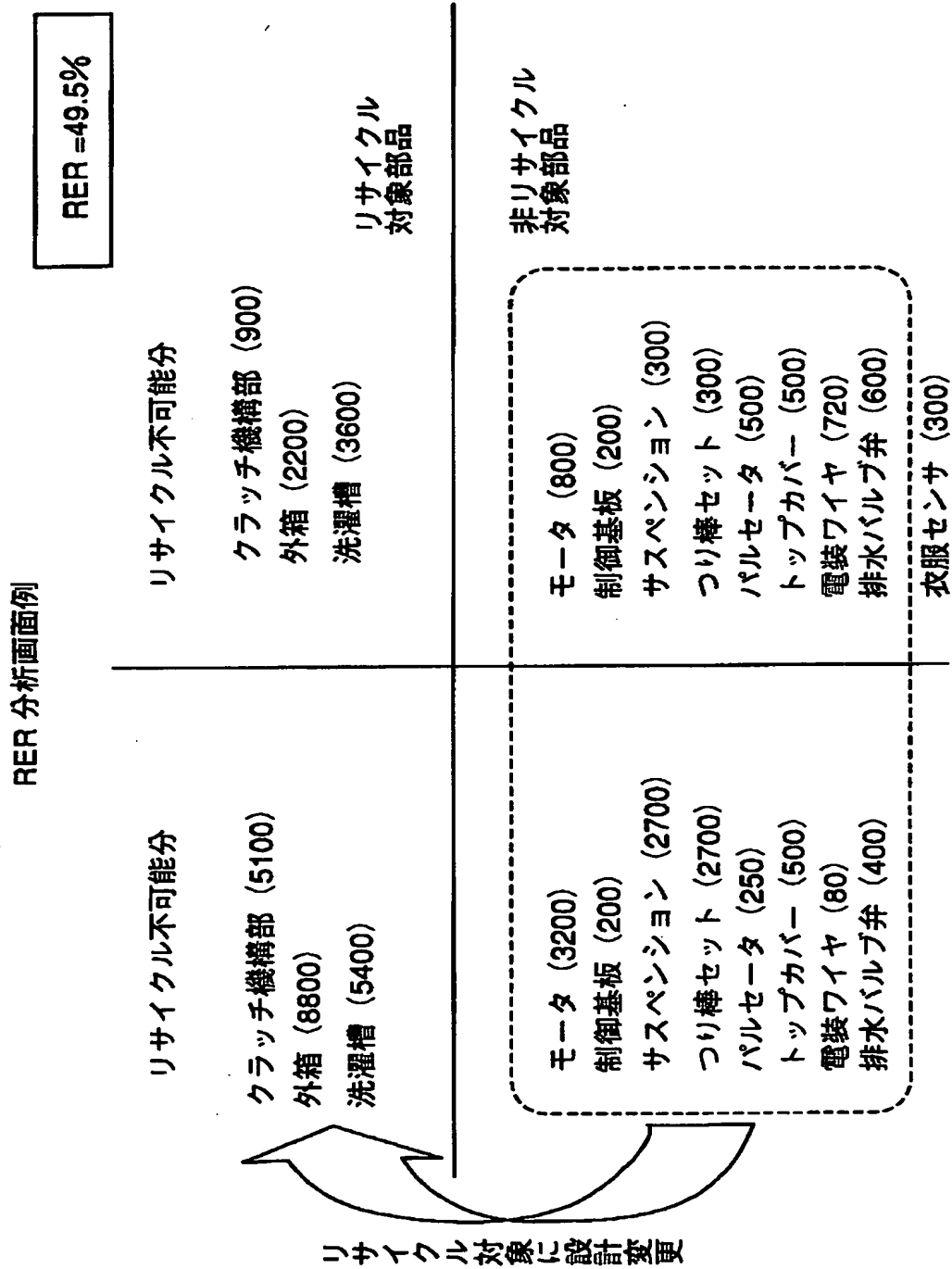


【図 1 4】

UGIの改善戦略



【図 1 5】



【図 1 6】

トレードオフ分析 (1)

正の相関：1、負の相関：-1、相関なし：0

		コスト・性能側面の改善策										環境側面の改善策									
側面の重み	電量減度	コスト・性能側面の改善策										環境側面の改善策									
		フームウェア変更 (省水化、Rev1)	衣服センサー変更 (位置変更、Rev1)	モータ変更 (低騒音化、Rev2)	クランチ機構部変更 (精造化、Rev2)	フームウェア変更 (低騒音運転、Rev2)	モータ変更 (出力変更、Rev3)	クランチ機構部変更 (材料変更、Rev3)	フームウェア変更 (短時間運転、Rev3)	衣服センサー変更 (レンジ変更、Rev3)	トップカバー変更 (ボタ追加、Rev3)	電装ワイヤ変更 (Rev3)	鉛フリー半田使用	サスペンションをメテリナス交換可能に	モータをリサイクル対象に	制御基板をリサイクル対象に	サスペンションをリサイクル対象に	バルセータをリサイクル対象に	トップカバーをリサイクル対象に	電装ワイヤをリサイクル対象に	排水パイプをリサイクル対象に
洗いの音 (dB)	33%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
洗濯コース数	14%																				
洗濯容量 (kg)	12%																				
脱水音 (dB)	11%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
標準運転時間 (分)	11%																				
洗濯面積 (cm <sup>2</sup> )	11%																				
標準使用水量 (L)	4%	1	1																		
定価 (円)	4%																				
消費電力 (W)	1%																				
REB (%)	40%														1	1	1	1	1	1	1
製造段階の鉛および鉛化合物の使用量 (g)	30%												1								
使用段階の投入量 (g)	15%								1												
MTI (%)	15%													1							
P値	0.10	0.01	0.17	0.17	0.17	0.17	0.04	0.00	0.13	0.04	0.00	0.00	0.17	0.09	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
コスト (千円)	4.0	2.0	12.0	4.0	2.0	10.0	8.0	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	5.0	2.0	2.0	0.1	0.1	2.0	4.0
D値*1000	26	7	14	43	87	4	0	67	14	0	0	0	188	45	45	120	120	2400	2400	120	60
採用	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

【図 17】

トレードオフ分析 (2)

部品目標仕様を換えずに適用可能；○、適用に際し部品目標仕様の修正が必要；×

部品	コスト・性能側面の改善策												環境側面の改善策									
	重量度	フォームウェア変更 (省水化、Rev1)	衣服センサー変更 (位置変更、Rev1)	モータ変更 (低騒音化、Rev2)	クランチ機構部変更 (構造変更、Rev2)	フォームウェア変更 (低騒音化運転、Rev2)	モータ変更 (出力変更、Rev3)	クランチ機構部変更 (材料変更、Rev3)	フォームウェア変更 (短時間運転、Rev3)	衣服センサー変更 (レンジ変更、Rev3)	トップカバー変更 (ボタン追加、Rev3)	電線ワイヤ変更 (Rev3)	鉛フリー半田使用	サスペンションをメンテナンス交換可能に	モータをリサイクル対象に	制御基板をリサイクル対象に	サスペンションをリサイクル対象に	バルセータをリサイクル対象に	トップカバーをリサイクル対象に	電線ワイヤをリサイクル対象に	排水パイプをリサイクル対象に	
モータ	23%			○			○								○							
クランチ機構部	22%				○			○									○					
制御基板	17%	○															○					
外箱	11%																					
サスペンション	7%													○								
洗濯槽	7%																					
衣服センサー	6%		○																X			
バルセータ	3%																					
トップカバー	2%																			○		
電線ワイヤ	2%																				○	
排水バルブ等	0%																					○

【図18】

## DSM

関係あり=1 関係なし=0	ファームウェア変更 (省水化、Rev1)																			
	衣服センサ変更 (位置変更、Rev1)																			
関係あり=1 関係なし=0	モータ変更 (低騒音化、Rev2)																			
	クラッチ機構部変更 (構造化、Rev2)																			
関係あり=1 関係なし=0	ファームウェア変更 (低騒音化運転、Rev2)																			
	モータ変更 (出力変更、Rev3)																			
関係あり=1 関係なし=0	クラッチ機構部変更 (材料変更、Rev3)																			
	ファームウェア変更 (短時間運転、Rev3)																			
関係あり=1 関係なし=0	衣服センサ変更 (レンジ変更、Rev3)																			
	トップカバー変更 (ボタン追加、Rev3)																			
関係あり=1 関係なし=0	電装ワイヤ変更 (Rev3)																			
	鉛フリー半田使用																			
関係あり=1 関係なし=0	サスペンションをメンテナンス交換可能に																			
	モータをリサイクル対象に																			
関係あり=1 関係なし=0	制御基板をリサイクル対象に																			
	サスペンションをリサイクル対象に																			
関係あり=1 関係なし=0	バルセータをリサイクル対象に																			
	トップカバーをリサイクル対象に																			
関係あり=1 関係なし=0	電装ワイヤをリサイクル対象に																			
	排水パイプをリサイクル対象に																			
改善策番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

【図 1 9】

中間世代目標値設定

	中間目標			最終目標
	Rev 0	Rev 1	Rev 2	Rev 3
RER(%)	49.5	52	70	70
製造段階の鉛および鉛化合物 の使用量 (g)	210	0	0	0
使用段階の投入資源量 (g)	600000000	480000000	480000000	480000000
MTI (%)	80	80	90	90

環境政策  
の推進

【図20】

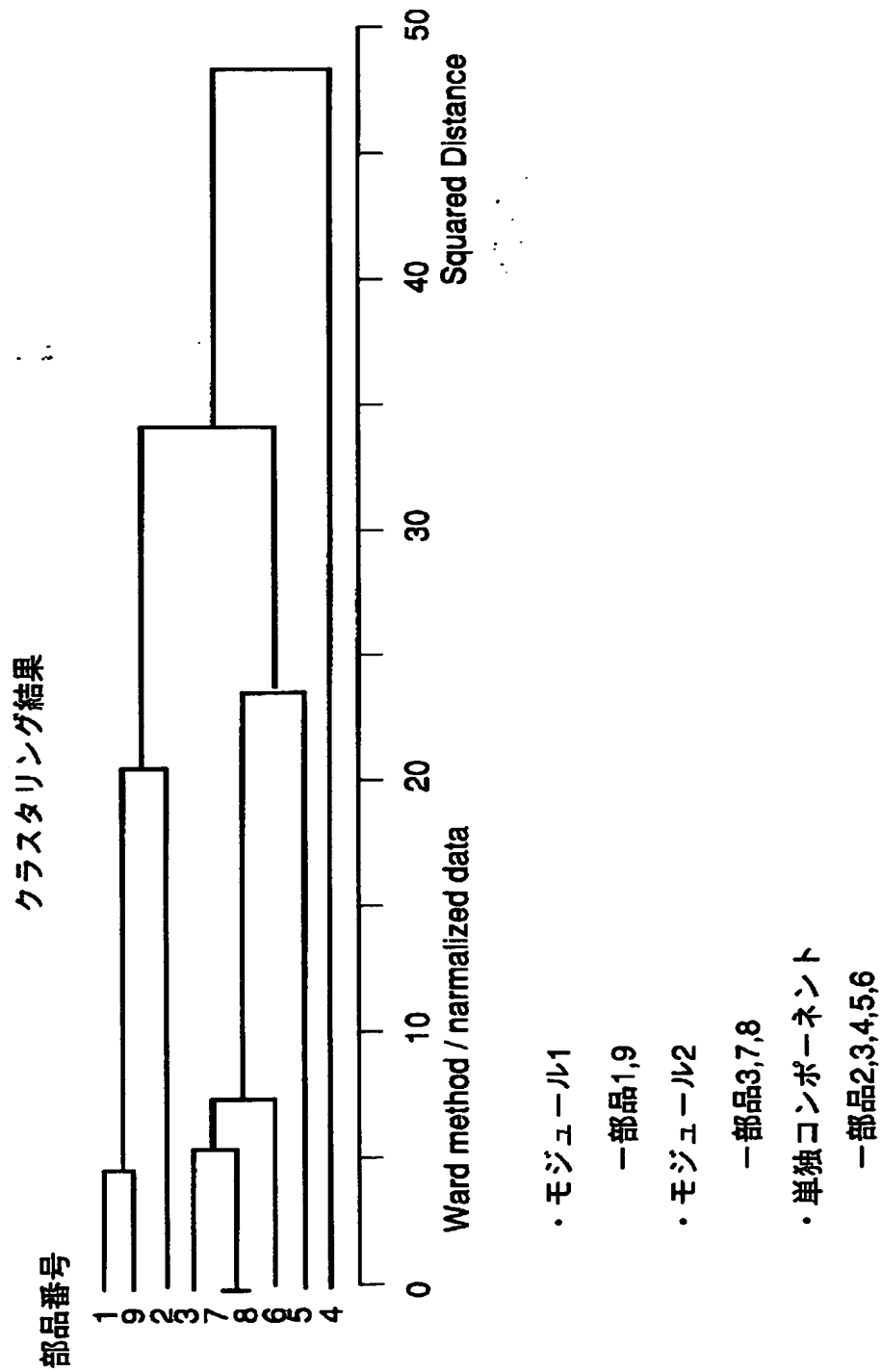
部品の変更・変換分解情報

番号	部品	Rev Up対象			アップグレード対象				メンテナンス対象				部品リユース対象				マテリアルリサイクル対象			
		Rev 1	Rev 2	Rev 3	Rev 0	Rev 1	Rev 2	Rev 3	Rev 0	Rev 1	Rev 2	Rev 3	Rev 0	Rev 1	Rev 2	Rev 3	Rev 0	Rev 1	Rev 2	Rev 3
1	モータ		1	1											1					1
2	クラッチ機構部		1	1											1			1		1
3	制御基板	1	1	1															1	1
4	サスペンション		1								1	1								1
5	衣服センサ	1		1																
6	バルセータ	1																	1	1
7	トップカバー	1		1															1	1
8	電装ワイヤ	1		1															1	1
9	排水バルブ弁		1																	1

Rev Upはコスト性能側面と環境側面の双方を含む  
Rev Upのない部品（外箱、洗濯槽）はプラットフォームと見なして除いてある  
Rリサイクル対象は、必要に応じて材料ごとに分別定義しても良い

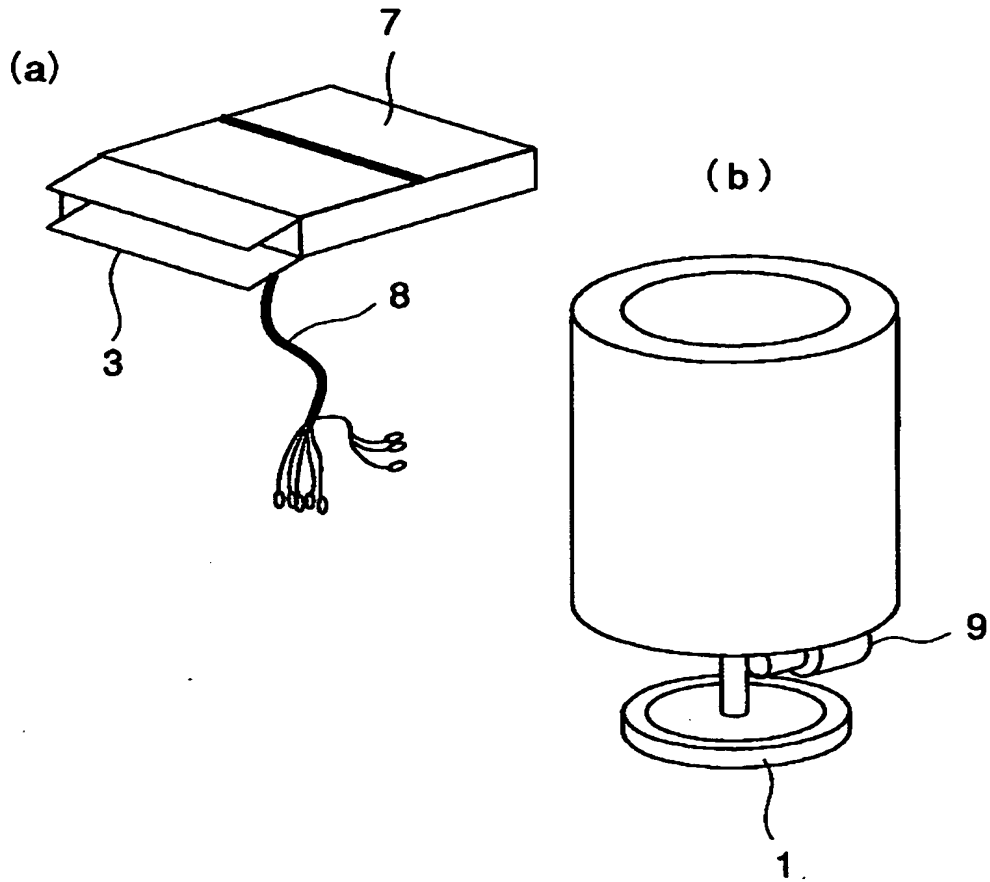
（単世代の場合も同様に可能）

【図 21】



【図 2 2】

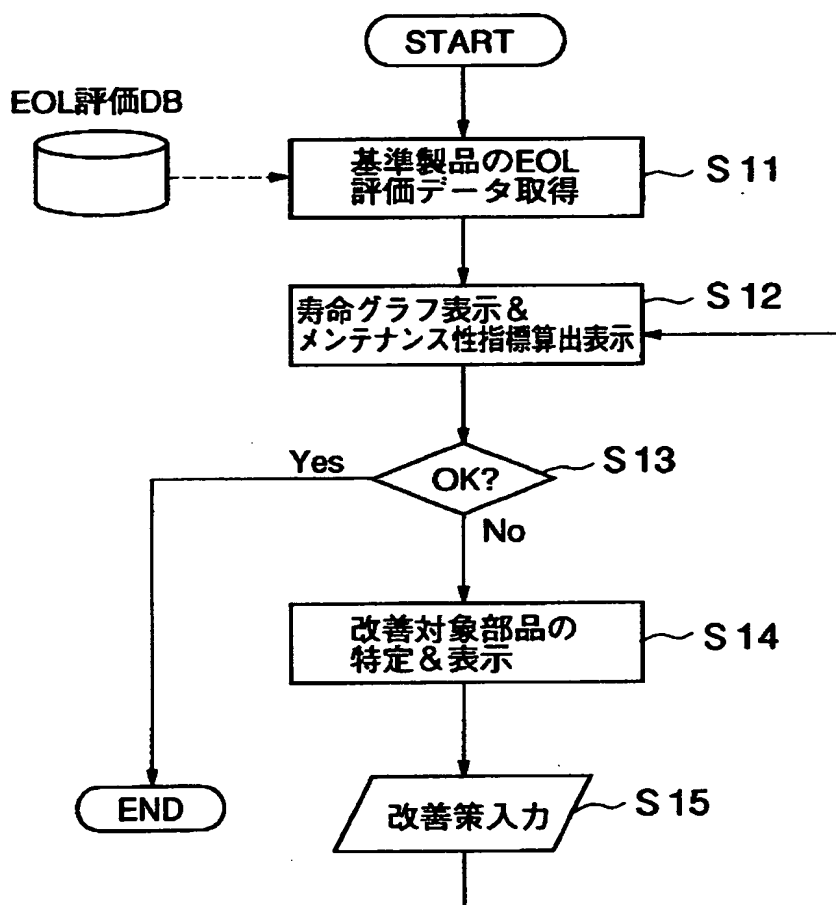
モジュール構成イメージ



【図 2 3】

メンテナンス性指標分析のフローチャート

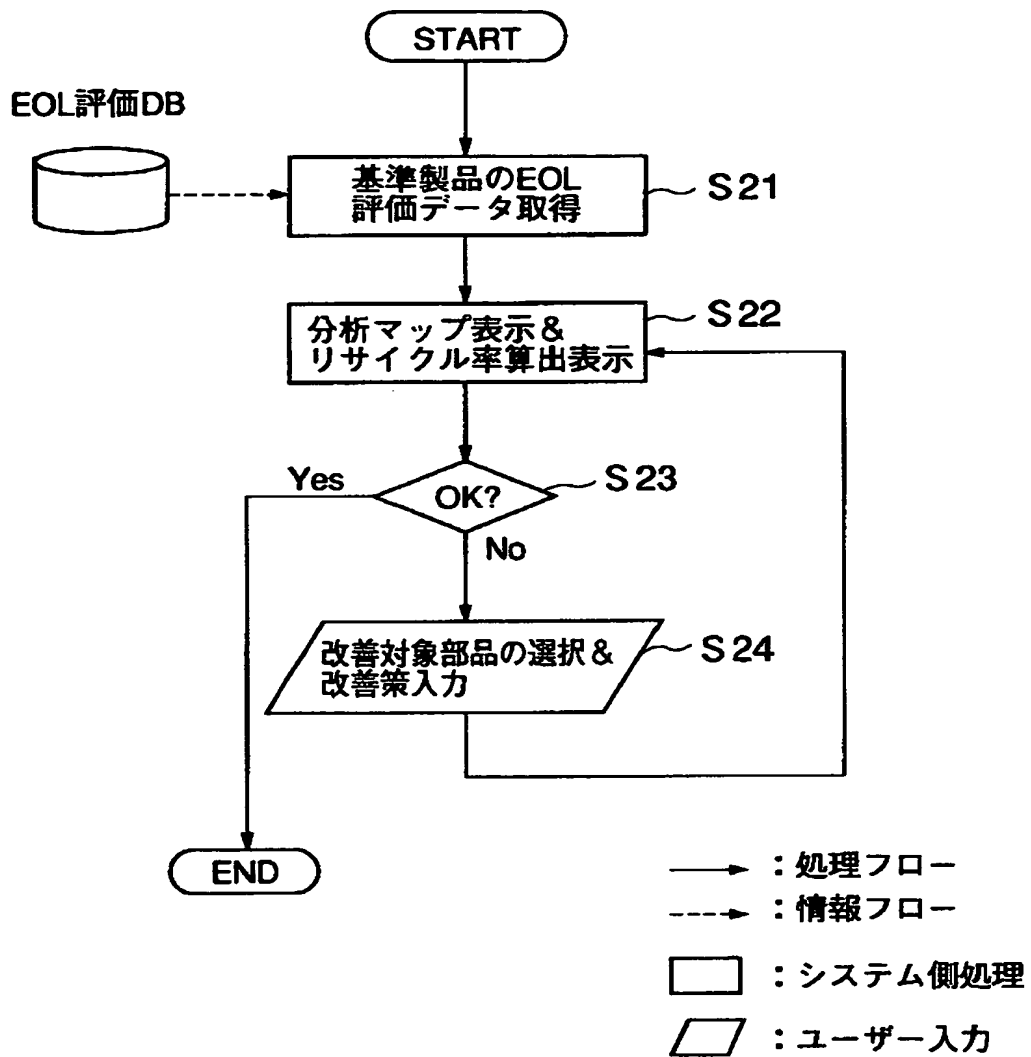
(アップグレード性指標率分析も同様)



- : 処理フロー
- - - : 情報フロー
- : システム側処理
- ▭ : ユーザー入力

【図 2 4】

リサイクル率分析のフローチャート (リユース率分析も同様)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多世代製品系列の性能・コスト側面と環境側面を同時に考慮して、最適な製品系列を計画立案することを支援できるようにすること。

【解決手段】 製品開発計画に基づき製品コスト・性能側面に関する顧客要求を実現するための製品特性や部品特徴を品質機能展開(QFD)手法で明確化する手段1と、製品の環境側面の課題を支援するため環境負荷側面と資源循環側面から整理し着眼課題を設定し、改善対象部品を抽出して改善策を決定する手段3と、手段1で得られたコスト・性能側面からの改善策と手段3にて得られた環境側面からの改善策のトレードオフを分析し、相性の悪い改善策を排除・変更する支援を実施すると共にその後環境側面の改善策に対して製品開発コスト最小となるように世代割当てし世代改善計画及び世代環境目標仕様を得る手段4と、得られた世代改善計画及び世代環境目標仕様と製品を構成する各部品の将来に互る変更・交換・分解情報を用いて製品の最適モジュール構成を決定する手段5とを備える。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝